

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation 6 : C22C 21/00, F16C 33/12, B32B 15/01</p>	<p>A2</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/17833 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 30. April 1998 (30.04.98)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT97/00223 (22) Internationales Anmeldedatum: 17. Oktober 1997 (17.10.97) (30) Prioritätsdaten: A 1827/96 18. Oktober 1996 (18.10.96) AT (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MIBA GLEITLAGER AKTIENGESELLSCHAFT [AT/AT]; Hauptstrasse 3, A-4663 Laakirchen (AT). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MERGEN, Robert [LU/AT]; Fr.-Fritsch-Strasse 10, A-4600 Wels (AT). (74) Anwalt: SECKLEHNER, Günter, Pyhmstrasse 1, A-8940 Liesen (AT).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AT (Gebrauchsmuster), AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DE (Gebrauchsmuster), DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO Patent (GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG). Veröffentlicht Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</p>

(54) Title: SLIDING BEARING MATERIAL MADE FROM AN ALUMINIUM ALLOY WHICH IS SILICON-FREE APART FROM IMPURITIES NECESSITATED BY STEEL PRODUCTION

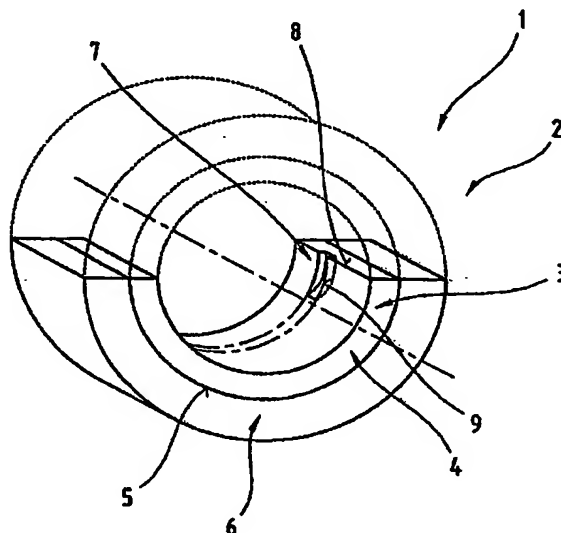
(54) Bezeichnung: GLEITLAGERWERKSTOFF AUS EINER BIS AUF ERSCHMELZUNGSBEDINGTE VERUNREINIGUNGEN SILICIUMFREIEN ALUMINIUMLEGIERUNG

(57) Abstract

The invention concerns an aluminium alloy (4) for a coating, in particular for a sliding bearing (2), which is silicon-free apart from impurities necessitated by steel production and which, in addition to tin, comprises as the main alloy element in each case at least one element, on the one hand, from an element group comprising lead and bismuth and, on the other, from an element group comprising magnesium and zinc. The minimum amount of tin is 16 wt %. All the other alloy components are restricted altogether to a maximum of 11 wt %, the portion of the respective element from the element group which, in addition to lead and bismuth, also contains antimony and indium being between 10 % and 75 % of the maximum solubility of the respective element in the total tin content.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Aluminiumlegierung (4) für eine Schichte, insbesondere eines Gleitlagers (2), die bis auf erschmelzungsbedingte Verunreinigungen siliciumfrei ist und die neben Zinn als Hauptlegierungselement wenigstens je ein Element einerseits aus einer Blei und Wismut enthaltenden Elementengruppe und andererseits aus einer Magnesium und Zink enthaltenden Elementengruppe aufweist. Der Mindestanteil des Zinns beträgt 16 Gew.%. Alle übrigen Legierungsbestandteile sind auf insgesamt höchstens 11 Gew.-% beschränkt, der Anteil des jeweiligen Elementes aus der neben Blei und Wismut auch Antimon und Indium enthaltenden Elementengruppe beträgt zwischen 10 % und 75 % der maximalen Löslichkeit des jeweiligen Elementes in dem gesamten Zinngehalt.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauritanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

GLEITLAGERWERKSTOFF AUS EINER BIS AUF ERSCHMELZUNGSBEDINGTE VERUNREINIGUNGEN
SILICIUMFREIEN ALUMINIUMLEGIERUNG

Die Erfindung bezieht sich auf eine Aluminiumlegierung gemäß dem Oberbegriff des
5 Anspruches 1 sowie auf einen daraus gebildeten Verbundwerkstoff gemäß Anspruch
16 und ein Verfahren zur Herstellung von Verbundwerkstoffen aus einer Aluminiumle-
gierung, wie es im Oberbegriff des Anspruches 28 beschrieben ist.

Um die Nachteile siliciumhaltiger Aluminium-Zinnlegierungen bei Verwendung in
10 Gleitlagern hinsichtlich einer geringeren Ermüdungsfestigkeit aufgrund der Kerbwir-
kung der Siliciumpartikel einerseits und der spanabhebenden Wirkung der Siliciumpar-
tikel im Bereich der Gleitfläche andererseits zu vermeiden, wird häufig auf die Zule-
gierung von Silicium verzichtet. Um die mechanischen Eigenschaften von auch sili-
ciumfreien Aluminiumlegierungen mit einem hohen Zinngehalt von 35 Gew.% bis
15 65 Gew.% zu verbessern, wurde bereits vorgeschlagen (DE 42 31 862 A1), unter ande-
rem einerseits Blei und Wismut in einer Menge von insgesamt 0,5 Gew.% bis
1,0 Gew.% und andererseits wenigstens eines der Elemente Mangan, Nickel, Silber,
Magnesium, Antimon und Zink in einer Gesamtmenge von höchstens 5 Gew.% zuzule-
gieren. Wegen des hohen Zinngehaltes bildet sich beim Erstarren der Legierung aus
20 der Schmelze ein zusammenhängendes Zinn-Netz aus, das die strukturelle Festigkeit
des Gleitlagerwerkstoffes sowie die Umformbarkeit erheblich beeinträchtigt, was im
Hinblick auf die übliche Plattierung dieser gegossenen Legierungen mit Stahl und den
damit zusammenhängenden Umformschritten von Bedeutung ist. Außerdem nimmt mit
steigendem Zinngehalt die Netzstruktur des Zinns in der Aluminiummatrix zunehmen-
25 den Einfluß auf die mechanischen Eigenschaften des Gleitlagerwerkstoffes.

Aluminiumlegierungen mit hohem Zinngehalt sind auch aus anderen Schriften be-
kannt. So ist beispielsweise aus der DE 40 04 703 A1 ein Schichtwerkstoff für Gleitla-
gerelemente mit Antifriktionsschicht auf Aluminiumbasis bekannt. Dieser enthält ne-
30 ben den üblichen zulässigen Verunreinigungen Zusätze von 1 Gew.% bis 3 Gew.%
Nickel, 0,5 Gew.% bis 2,5 Gew.% Mangan und 0,02 Gew.% bis 1,5 Gew.% Kupfer.
Der Zinngehalt ist mit 0,5 Gew.% bis 20 Gew.% vorgesehen. Mit dieser Zusammenset-
zung wird erreicht, daß in einer Matrix aus AlNiMnCu-Mischkristallen neben eingela-
gerten Hartteilchen eine Zinnphase in Form von dispergierten Zinnteilchen vorhanden
35 ist. Durch diesen Zinnersatz soll ein weitestgehend störungsfreier Lauf am Gleitlager-
element auch bei höherer Geschwindigkeit, eine verminderte Reibung und verbesserte
Notlaufeigenschaften erreicht werden. In dieser Schrift wird aber auch erwähnt, daß

der Zinnzusatz nötigenfalls durch einen Bleizusatz im Bereich zwischen 1 Gew.% und 10 Gew.% zu ersetzen ist, woraus geschlossen werden kann, daß eine derart ausgebildete Aluminiumlegierung mit dem darin enthaltenen hohen Zinngehalt aufgrund der mangelhaften Verteilung der Zinnphase nur bedingt in Gleitlagern für Hochleistungsmotoren eingesetzt werden kann.

Ein Mehrschichtgleitlager, das eine Aluminium-Zinn-Lagerlegierungsschicht mit einem Zinngehalt von 7 Gew.% bis 20 Gew.% umfaßt, ist aus der DE 43 32 433 A1 bekannt. Darin wird allerdings festgestellt, daß, wenn der Zinngehalt 20 Gew.% übersteigt, die mechanischen Eigenschaften der Lagerlegierung verschlechtert werden und eine solche Lagerlegierung unter harten Bedingungen, wie beispielsweise im Fall eines Hochleistungsmotors, nicht verwendet werden kann. Aus diesem Grund ist auch vorgesehen, Silicium mit einem Mengenanteil von bis zu 4 Gew.% zuzulegieren.

Aus der DE 30 00 773 A1 ist eine Lagerlegierung auf Aluminium-Zinn-Basis mit 7 Gew.% bis 35 Gew.% bekannt. Durch Zulegieren weiterer Elemente soll die Dauerfestigkeit verbessert werden, indem das Absinken der Härte bei hohen Temperaturen verringert und indem insbesondere die Vergrößerung der Zinnteilchen vermieden wird. Außerdem soll die Verschleißfestigkeit der Lagerlegierung erhöht werden, um die Haltbarkeit gegenüber einer zu lagernden Welle zu verbessern. Nachteilig ist dabei, daß, um diese Eigenschaften zu erhalten, der Aluminiumlegierung ein hoher Anteil von 0,1 Gew.% bis 1 Gew.% Chrom zulegiert werden muß, um die Verteilung des Zinns aufrechtzuerhalten. In der Folge werden dadurch intermetallische Al-Cr-Verbindungen in einem Mengenverhältnis gebildet, daß der Einsatz dieser Aluminium-Zinn-Legierung in Hochleistungsmotoren nur beschränkt möglich ist.

Aus der US 4,471,032 A ist eine Lagerlegierung auf der Basis von Aluminium bekannt, der zwischen 1,5 Gew.% und 35 Gew.% Zinn zugesetzt sind. Daneben enthält diese Legierung zwischen 1 Gew.% und 11 Gew.% zumindest eines Elementes aus der Gruppe Mangan, Eisen, Molybdän, Nickel, Zirkon, Kobalt, Titan, Antimon, Niob und Chrom, sodaß auch hier wiederum intermetallische Hartteilchen gebildet werden, die die Dauerlaufeigenschaften eines daraus gebildeten Gleitlagers unter erschwerten Bedingungen verbessern sollen. Der Mengenanteil dieser Hartphasen in der Matrix erschwert jedoch den Einsatz in Hochleistungsmotoren, da der gewünschte schmierende Effekt des Zinns in einem nicht unbedenklichen Ausmaß verringert wird.

Die WO 97/22725 A beschreibt eine Aluminiumlegierung, welche gleichzeitig einen

hohen Zinngehalt und eine hohe Festigkeit aufweist. Letztere wird unter anderem durch die Bildung von intermetallischen Phasen, welche die Aluminiummatrix verfestigen, erreicht. Die Zusammensetzung ist dabei so gewählt, daß sich die Form der harten intermetallischen Ausscheidungen nicht negativ auf die Matrixfestigkeit auswirkt. Außerdem trägt das besondere Benetzungsverhalten dieser Ausscheidungen mit dem Zinn zur Verbesserung der Strukturfestigkeit - wegen der minimalen Störung der Matrixstruktur durch das Zinnnetz - bei. Ein Merkmal dieser Lösung, die Verwendung sehr wenig in Aluminium löslicher Bildner intermetallischer Phasen, bringt jedoch den Nachteil mit sich, daß hier die möglichen Aushärtungseffekte nicht ausgenützt werden bzw. daß der erzielbare Aushärtungseffekt nur in ziemlich breiten Margen reproduzierbar ist.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Aluminiumlegierung bereitzustellen, deren strukturelle Festigkeit und mechanischen Eigenschaften auch bei höheren Zinngehalten verbessert sind.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale in Anspruch 1 gelöst. Vorteilhaft ist dabei, daß die Nachteile und Mängel der nach dem Stand der Technik aufgeführten Legierungen dadurch gelöst werden, daß in der Matrixlegierung, in der der Gehalt an wenig löslichen Aluminidbildnern auf ein Mindestmaß reduziert ist, solche matrixverstärkende Elemente zusätzlich beigemischt sind, die in der Aluminiummatrix weniger eingeschränkt löslich sind. Somit ist es möglich, Aluminiumlegierungen für Schichten, insbesondere Gleitlager, bereitzustellen, die neben der erforderlichen Härte auch einen großen Anteil an in der Aluminiummatrix dispergiertem Zinn aufweist. Durch die Elemente der Gruppe Blei, Wismut, Antimon und Indium kann die Grenzflächenspannung des Zinns, durch die Elemente der Gruppe Magnesium und Zink die des Aluminiums und damit insgesamt die Benetzbarkeit der Aluminiummatrix durch das Zinn so beeinflusst werden, daß sich bei der Erstarrung der Aluminiummatrix das Zinn nicht an den Korngrenzen der Matrix als zusammenhängendes Netz niederschlagen kann. Die Unterbrechung der Netzstruktur der Zinnphase führt somit zu einer Veränderung der Gefügestruktur und bringt eine entsprechende Steigerung der strukturellen Festigkeit des Lagerwerkstoffes und eine verbesserte Umformbarkeit mit sich. Die vorwiegend im Zinn bzw. vorwiegend im Aluminium löslichen Elemente sind zur Erzielung der angestrebten Wirkung in einer vom Zinn- bzw. Aluminiumgehalt abhängigen Menge zuzulegierten.

Die Aufgabe der Erfindung wird aber auch durch Anspruch 2 gelöst, wonach es mög-

lich ist, eine Aluminiumlegierung in der Zusammensetzung so zu wählen, daß, durch den hohen Zinkanteil und das Fehlen von Weichpartikeln, die Möglichkeit damit Schichtverbunde herzustellen entscheidend verbessert ist.

- 5 Durch die Ausgestaltung nach Anspruch 3 ist es einerseits möglich, bekannte Nachteile von Aluminiumlegierungen mit hohem Zinnanteil durch die Ausbildung eines zusammenhängenden Zinnetzes zu vermeiden, und andererseits diesen Legierungen eine vorteilhafte Festigkeit zu verleihen.
- 10 Weiters ist es durch die vorteilhafte Aluminiumlegierung nach Anspruch 4 möglich, derartige Legierungen mit hohem Zinnanteil auch im Bereich von Hochleistungsmotoren einzusetzen und dabei gleichzeitig dem Wunsch nach immer längeren Wartungsintervallen nachzukommen.
- 15 Vorteilhaft sind auch Ausgestaltungen nach den Ansprüchen 5 und 6, wonach eine Aluminiumlegierung mit hohem volumetrischen Anteil an Weichphasen zur Verfügung steht, die den Einsatz in Motoren mit sich schnell drehenden Wellen erlaubt, ohne daß vorzeitig Ermüdungserscheinungen zu beobachten sind.
- 20 Bei den Ausgestaltungen nach den Ansprüchen 7 bis 9 ist von Vorteil, daß der Anteil an zulegierten Elementen in einem Gewichtsbereich liegt, der verhindert, daß durch Verbindungsbildung entstehende intermetallische Phasen das Gefüge der Legierung derart verändern, daß keine Beschädigung der mit derartigen Legierungen in Berührung kommenden Teile erfolgt.
- 25 Gemäß Ausbildungen nach den Ansprüchen 10 und 11 ist es auf vorteilhafte Weise möglich die Zugfestigkeit und die Korrosionsbeständigkeit erfindungsgemäßer Aluminiumlegierungen zu erhöhen.
- 30 Vorteilhaft sind auch Ausgestaltungen nach den Ansprüchen 12 und 13, da damit die Eigenschaften derartiger Legierungen in bezug auf ihre Verformbarkeit verbessert werden können. Zudem ermöglicht der Zusatz an Chrom eine Steigerung der Härte und verhindert ein Erweichen dieser Legierungen bei erhöhten Temperaturen.
- 35 Von Vorteil ist aber auch eine Ausgestaltung nach Anspruch 14, da damit nicht nur eine Härtesteigerung der Legierung, sondern auch eine gewisse Einstellung der gewünschten Härte möglich ist.

Vorteilhaft ist weiters die Ausgestaltung nach Anspruch 15, wonach die Gefügestruktur durch eine kontrollierte Maßnahme veränderbar und auf die gewünschten Eigenschaften der Aluminiumlegierung anpaßbar ist.

5

Die Aufgabe der Erfindung wird aber auch durch die Merkmale in Anspruch 16 gelöst, wonach nun ein Verbundwerkstoff, insbesondere ein Gleitlager, zur Verfügung steht, welches sich durch die werkstofftechnischen Verbesserungen, beispielsweise die Kaltformbarkeit, die Kaltwalzbarkeit, der verwendeten Aluminiumlegierung auszeichnet.

10

Bei den Ausbildungen nach den Ansprüchen 17 und 18 ist von Vorteil, daß durch die spezifizierten Elemente die Härte der Zwischenschicht so abgestimmt werden kann, daß diese als Bindungsschicht zwischen Schichten aus einer Aluminiumlegierung und aus beispielsweise Stahl fungieren kann, ohne daß eine Zerstörung des Verbundwerkstoffes zu befürchten ist.

15

Möglich sind jedoch auch Ausgestaltungen nach den Ansprüchen 19 und 20, womit die Eigenschaften des Verbundwerkstoffes auf einfache Weise auf die jeweiligen Erfordernisse angepaßt werden können.

20

Gemäß den Ansprüchen 21 und 22 ist es möglich einen Verbundwerkstoff bereitzustellen, der auf seiner Innenseite eine Schicht aus einem schmierenden Werkstoff und auf seiner Außenseite einen Werkstoff von großer Härte und dabei gleichzeitig ausreichender Zähigkeit aufweist, sodaß die gestellte Aufgabe der Lastabtragung von beispielsweise drehbeweglichen Teilen in vorteilhafter Weise gelöst wird.

25

Von Vorteil ist aber auch eine Ausgestaltung nach Anspruch 23, da damit die Voraussetzungen für eine lange Lebensdauer des Verbundwerkstoffes geschaffen werden.

Durch eine derartige Abstimmung der Härte der einzelnen Schichten kann nämlich der Zusammenhalt des Verbundwerkstoffes zugunsten der Verwendungsdauer günstig beeinflusst werden.

30

Nach der vorteilhaften Weiterbildung nach Anspruch 24 ist es möglich, die einzelnen Schichten des Verbundwerkstoffes bewegungsfest miteinander so zu verbinden, daß während des Einsatzes dieser nicht zerstört wird.

35

Gemäß der Ausgestaltung nach Anspruch 25 ist es möglich, den Verbundwerkstoff

auch im Gebiet von Gleitlagern einzusetzen, da damit eine ausreichende Zufuhr an Schmiermittel sowie eine entsprechende Abfuhr an entstehender Reibungswärme sichergestellt ist.

- 5 Vorteilhaft ist auch eine Ausgestaltung nach Anspruch 26, wonach ein seitlicher Aus-
trag von unerwünschten Feststoffpartikeln möglich ist.

- 10 Durch die Ausbildung nach Anspruch 27 kann ein Verbundwerkstoff zur Verfügung
gestellt werden, dessen Wechsellast- oder Ermüdungsfestigkeit trotz erhöhtem Weich-
phasenanteil in der Aluminiumlegierung auf vorteilhafte Weise verbessert ist.

- 15 Die Aufgabe der Erfindung wird aber auch durch die Merkmale nach Anspruch 28 ge-
löst. Mit einem derartigen Verfahren kann ein Verbundwerkstoff aus einer Aluminium-
legierung hergestellt werden, der sich einerseits durch seine Härte und andererseits
durch seine Gleiteigenschaften, im speziellen seine schmierenden Eigenschaften, aus-
zeichnet, sodaß dieser für Gleitlager eingesetzt werden kann. Dieser auf diese Weise
hergestellte Verbundwerkstoff ermöglicht auch die Fertigung von Gleitlagern für
Hochleistungsmotoren. Es wird durch einen derart ausgestalteten Verbundwerkstoff
außerdem die Möglichkeit geschaffen, die Wartungsintervalle von Gleitlagern entschei-
20 dend zu verlängern. Die Schwierigkeiten, die durch lange verwendete Schmierstoffe
entstehen, beispielsweise die Verschmutzung durch erhöhten Feststoffanteil und die
damit verbundene verringerte Schmierfähigkeit, werden durch einen derart ausgebilde-
ten Verbundwerkstoff kompensiert.

- 25 Vorteilhaft sind dabei Ausgestaltungen nach den Ansprüchen 29 und 30, da damit die
durch das Walzen entstehenden, unbeabsichtigten Spannungen im Verbundwerkstoff
beseitigt und die Gefüge der dem Verbundwerkstoff zugrundeliegenden Schichten auf
günstige Weise beeinflußt werden.

- 30 Schließlich ist aber auch eine Ausgestaltung wie in Anspruch 31 beschrieben, von Vor-
teil, da damit dem Verbundwerkstoff bzw. den einzelnen Schichten eine ausreichende
Härte gegeben werden kann, um für den Einsatz in Maschinen gerüstet zu sein.

- 35 Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Darstellungen in den Zeichnungen näher
erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Gleitlager mit Zweischichtaufbau und als Halbschale ausgebildet;

5 Fig. 2 eine Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Gleitlagers mit dreischichtigem Aufbau;

Fig. 3 ein Diagramm, in dem die Lastwechselfestigkeit eines erfindungsgemäßen Gleitlagers dargestellt ist.

10 Einführend sei festgehalten, daß in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen
15 Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Weiters können auch Einzelmerkmale aus den gezeigten unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

In Fig. 1 ist ein Lagerelement 1 eines Gleitlagers 2 dargestellt, dessen Laufschiicht 3 aus einer erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung 4 gebildet ist. Die Laufschiicht 3 ist
20 dabei auf einer Oberfläche 5 von einer Stützschiicht 6 abgedeckt, welche üblicherweise aus einem metallischen Werkstoff, wie beispielsweise Stahl, gebildet wird und einem Teil, der auf die Laufschiicht 3 von einer Welle übertragenen Kräfte, aufnehmen soll.

Wie aus Fig. 1 zu ersehen ist, ist das Lagerelement 1 als Halbschale ausgebildet, selbst-
25 verständlich können aber auch Varianten mit Vollschalen aus der erfindungsgemäßen Legierung auf Aluminiumbasis gebildet werden, wie dies in Fig. 1 mit strichlierten Linien dargestellt ist.

Derartige Lagerelemente 1 dienen üblicherweise zur Abstützung von rotationsbeweglichen Teilen, z.B. Wellen für Maschinen, Motoren, etc.. Da diese Wellen normalerweise mit hohen Umdrehungszahlen betrieben werden - mit Ausnahme der Anlauf- und der Abstellphase - ist es erforderlich, das Festreiben von Lager und Welle zu verhindern. Dazu ist es beispielsweise möglich, neben der Ausbildung der Laufschiicht 3 als
30 Aluminiumlegierung mit hohem Zinnanteil, in der Laufschiicht 3 eine Nut 7 vorzusehen, die der Aufnahme und Zuführung eines geeigneten Schmierstoffes, beispielsweise Öl, dient. Diese Nut kann entweder als flächige Kerbe mit in Richtung einer Stirnfläche 8 sich erweiternden Seitenwänden 9 ausgeführt sein, oder aber auch als umlaufen-

de Nut angebracht werden, wie dies in Fig. 1 mit Hilfe der strichpunktierten Linien dargestellt ist. Selbstverständlich bestehen auch andere Möglichkeiten zur Zuführung von Schmierstoffen wie z.B. durchgehende Bohrungen.

- 5 Möglich ist auch, daß zumindest eine der der Oberfläche (5) gegenüberliegenden Kanten der Laufschiene (3) gebrochen ist, wonach ein seitlicher Austrag von unerwünschten Feststoffpartikeln möglich ist.

10 Die Laufschiene 3 ist mit der Stützschiene 6 bewegungsfest durch z.B. Aufplattierung, Auswalzung, Verschweißung, Verklebung, Klammerung, etc. verbunden, um eine gesicherte Lastabtragung zu gewährleisten. Bei der Auswahl der Verbindungsmethode sind natürlich die hohen Belastungen, u.a. durch erhöhte Temperaturen, zu beachten.

15 Die Aluminiumlegierung 4 besteht aus zumindest 16 Gew.% Zinn und aus in Summe höchstens 11 Gew.% anderen Elementen wie Magnesium, Zink, Blei, Wismut, Lithium, Antimon, Indium, Eisen, Chrom, Mangan, Kupfer, oder dgl.. Die letztgenannten Elemente können einzeln, d.h. sie müssen nicht zwingend in Kombination in der Legierung vorhanden sein, allerdings mit der Beschränkung, daß jedenfalls ein Element aus der Gruppe Magnesium und Zink und ein Element aus der Gruppe Blei und Wismut
20 zulegiert sein muß. Der Mengenanteil von Kupfer liegt zwischen 0,65 Gew.% und 1,80 Gew.%, vorzugsweise zwischen 1,35 Gew.% bis 1,45 Gew.%, insbesondere 1,44 Gew.%, der von Mangan zwischen 0,25 Gew.% und 0,75 Gew.%, vorzugsweise zwischen 0,35 Gew.% und 0,50 Gew.%, insbesondere 0,47 Gew.%, der von Eisen zwischen 0,15 Gew.% und 0,55 Gew.%, vorzugsweise zwischen 0,18 Gew.% und
25 0,28 Gew.%, insbesondere 0,24 Gew.% und der von Chrom zwischen 0,05 Gew.% und 0,18 Gew.%, vorzugsweise zwischen 0,07 Gew.% und 0,15 Gew.%, insbesondere 0,08 Gew.%. Den Rest auf 100 Gew.% bildet Aluminium mit den ihm eigenen, aus dem Abbaubereich des Rohstoffes und dem Herstellungsprozeß stammenden, Verunreinigungen.

30

Für die weitere Ausführung der Erfindung wird eine Legierung mit folgender Zusammensetzung verwendet, wobei die Zahlenangaben als Gewichtsprozent zu verstehen sind:

35	Sn	22,1	Fe	0,24
	Cu	1,44	Cr	0,08
	Mn	0,47	Pb	0,20
	Bi	0,12	Zn	1,20

Mg 0,50

Al + Verunreinigungen Rest auf 100

5 Diese Zusammensetzung stellt natürlich nur ein Beispiel von vielen Variationsmöglichkeiten dar, deren Aufzählung hier unmöglich ist. Dies bedeutet aber nicht, daß die Erfindung auf dieses Beispiel limitiert ist.

10 Charakteristisch für Legierungen dieser Art mit den angegebenen Grenzen an zuzulegenderen Elementen ist, daß es dabei nach dem Aufschmelzen der Bestandteile und dem anschließenden Abkühlen zur Ausscheidung von sogenannten Hartteilchen kommt, die durch Verbindungsbildung, beispielsweise Aluminidbildung, in dem Mehrkomponentensystem entstehen. Diese Hartteilchen übernehmen dabei zum einen die Funktion der Härte der Legierung, zum anderen bewirken sie, daß bei dem großen Anteil an Zinn sich kein zusammenhängendes Zinnnetz bildet, welches die Matrixstruktur und damit die Strukturfestigkeit empfindlich stören würde. Die Verfestigung der Aluminiummatrix ist jedoch stark von der Morphologie dieser intermetallischen Phasen abhängig. Da eine Sphärodisierungsglühung, wie sie z.B. zur Minimierung der Frikationswirkung von Aluminiumlegierungen mit Siliziumhartteilchen verwendet wird, wegen der zu erwartenden Ausscheidung und Zusammenlagerung des Zinns mit den damit verbundenen Nachteilen zu erwarten ist, werden der Legierung Elemente wie z.B. Antimon zugesetzt, um die Kerbwirkung der Hartpartikel zu verringern.

25 Der erfindungsgemäße Weg besteht aber vor allem darin, daß durch die spezielle Elementkombination der Matrixlegierung, in der der Gehalt an wenig löslichen Aluminidbildnern auf ein Mindestmaß reduziert ist, eine Matrixverstärkung durch Elemente erzielt wird, die in der Aluminiummatrix weniger eingeschränkt löslich sind. Durch die Elemente der Gruppe Blei, Wismut, Antimon und Indium kann die Grenzflächenspannung des Zinns, durch die Elemente der Gruppe Magnesium, Zink und Lithium die des Aluminiums und damit insgesamt die Benetzbarkeit der Aluminiummatrix durch das Zinn so beeinflußt werden, daß sich bei der Erstarrung der Aluminiummatrix das Zinn nicht an den Korngrenzen der Matrix als zusammenhängendes Netz niederschlagen kann. Die Unterbrechung der Netzstruktur der Zinnphase führt somit zu einer Veränderung der Gefügestruktur und auf vorteilhafte Weise zu einer entsprechenden Steigerung der strukturellen Festigkeit der Legierung, und damit des Lagerelementes 1, sowie zu einer verbesserten Umformbarkeit.

35 Die vorwiegend im Zinn bzw. vorwiegend im Aluminium löslichen Elemente sind zur Erzielung der angestrebten Wirkung in einer vom Zinn- bzw. Aluminiumgehalt abhän-

gigen Menge zuzulegen, die durch die maximale Löslichkeit der einzelnen Elemente bei eutektischer Temperatur bestimmt wird. Der Anteil des jeweiligen Elementes aus der neben Blei und Wismut auch Antimon und Indium enthaltenden Elementengruppe soll zwischen 10 % und 75 % der maximalen Löslichkeit des jeweiligen Elementes in dem gesamten Zinngehalt, der Gesamtanteil dieser Elementengruppe soll aber mindestens 50 % und höchstens 350 % der maximalen Löslichkeit des am wenigstens in Zinn löslichen Gruppenelementes betragen. Der Anteil des jeweiligen Elementes aus der neben Magnesium und Zink auch Lithium enthaltenden Elementengruppe soll zwischen 6 % und 50 % der maximalen Löslichkeit des jeweiligen Elementes im gesamten Aluminiumgehalt liegen, der Gesamtanteil dieser Elementengruppe soll dabei aber mindestens 25 % und höchstens 150 % der maximalen Löslichkeit des am wenigsten im Aluminium löslichen Gruppenelementes ausmachen.

Die angegebenen oberen und unteren Grenzwerte für die auf den Zinn- bzw. Aluminiumgehalt bezogenen Anteile der Elemente stellen eine für die Unterbindung einer zusammenhängenden Netzstruktur des Zinns ausreichende Wirkung auf die Veränderung der Grenzflächenspannung dar, ohne eine nachteilige Wechselwirkung mit den Elementen der Matrixlegierung befürchten zu müssen. In diesem Zusammenhang ist allerdings zu beachten, daß ein Elementanteil über die maximale Löslichkeit hinaus im Rahmen der angegebenen Grenzen durchaus sinnvoll sein kann, weil diese Elemente ja bereits in der allmählich erstarrenden Schmelze zu wirken beginnen.

Um die Vorteile der erfindungsgemäßen Legierung gegenüber einem herkömmlichen Gleitlagerwerkstoff deutlich zu machen, wird im folgenden ein üblicher Gleitlagerwerkstoff mit 20 Gew.% Zinn, 0,9 Gew.% Kupfer, Rest Aluminium mit den üblichen Verunreinigungen einer Aluminiumlegierung nach der Erfindung mit genannter Zusammensetzung gegenübergestellt.

Die beiden zu untersuchenden Legierungen wurden unter übereinstimmenden Bedingungen im horizontalen Strangguß in Bandform vergossen, und zwar mit einer Breite von 100 mm und einer Höhe von 10 mm. Die Wärmeabfuhr während des Erstarrungsvorganges betrug in beiden Fällen zufolge der gewählten Abzugsverhältnisse zwischen 3,4 J/s bis 3,7 J/s. Da eine möglichst hohe Gesamtverformung ohne Unterbrechung durch ein Zwischenglühen bei Lagerwerkstoffen aus einer Aluminiumlegierung zu vorteilhaften mechanischen und tribologischen Eigenschaften führt, wurde die Verformbarkeit der beiden Legierungen untersucht. Zu diesem Zweck wurde der bekannte Gleitlagerwerkstoff einer Wärmebehandlung bei 350 °C während einer Zeitspanne von

3 Stunden unterworfen. Durch diese Glühbehandlung wird eine stärkere Globulitisierung der Zinnpartikel erzielt. Die erfindungsgemäße Legierung wurde ohne Wärmebehandlung bei einer Temperatur von 350 ° C über eine Zeitspanne von 3 und 19 Stunden untersucht. Für diese Untersuchungen wurde die Gußhaut bei den Proben sowohl
5 der bekannten als auch der erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung durch Fräsen entfernt. Der Probenquerschnitt betrug danach jeweils 80 x 8 mm². Mit diesen Proben wurden die ohne Zwischenglühen zulässigen Walzreduktionen bestimmt.

Beim bekannten Gleitlagerwerkstoff traten bereits bei einer Reduktion von knapp über
10 30 % erste makroskopische Risse auf. Bei einer Verformung bis auf 45 % führten diese rasch anwachsenden Risse zu einer Totalschädigung der Probe. Durch die nach jedem Stich durchgeführten Härtemessungen an der gewalzten Oberfläche konnte beobachtet werden, daß nach dem Erreichen einer maximalen Härte die Härte aufgrund einer Schädigung der Gefügestruktur von Stich zu Stich abnahm. Der erfindungsgemäße
15 Werkstoff zeigte hingegen eine von Stich zu Stich zunehmende Härte.

Aus dem dargestellten Verhalten kann also auf eine erhebliche Verbesserung der strukturellen Eigenschaften, insbesondere der Festigkeit geschlossen werden. Bei der thermisch überalterten Probe wurden erst bei einer Gesamtverformung von über 55 % makroskopische Risse erkennbar. Solche Risse traten bei der thermisch unbehandelten
20 Probe bei einer Gesamtverformung von über 60 % auf, und konnten bei der Probe mit einer Wärmebehandlung von 3 Stunden gar erst nach einer Gesamtverformung von über 70 % beobachtet werden. Im Gegensatz zum bekannten Gleitlagerwerkstoff führten diese Risse außerdem nicht zu einem Durchreißen der Proben.

25 Die Härte nach Vickers der erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung konnte im Gußzustand nach dem Erkalten mit 42 HV2 in und quer zur Stranggußrichtung bestimmt werden. Nach dem Aufplattieren der Laufsicht 3 auf den Stahl der Stützsicht 6 durch Walzen mit 45 % Stich und der Temperaturbehandlung bei 350 ° C für 3 Stunden, ließ
30 sich die Härte mit 52 HV2 in und quer zur Walzrichtung bestimmen. Die Härte der Aluminiumlegierung sollte auf jeden Fall nach dem Aufplattieren auf Stahl durch Walzen und einer Glühbehandlung bei 300 ° C bis 400 ° C für zwei bis fünf Stunden, vorzugsweise 350 ° C für drei Stunden in und quer zur Walzrichtung mindestens 20 % höher sein als quer zur Gußrichtung im Gußzustand. Die Härte sollte zudem einen
35 Wert in und quer zur Walzrichtung von 48 HV2 bis 68 HV2, vorzugsweise 50 HV2 bis 54 HV2 aufweisen. Die Härte des Stahls sollte nach dem Aufplattieren der Laufsicht durch Walzen mit mindestens 40 % Stich in höchstens zwei Stichen oder mit minde-

- stens 25 % Stich in höchstens einem Stich und anschließender Glühbehandlung bei 300 ° C bis 400 ° C für zwei bis fünf Stunden, vorzugsweise 350 ° C für drei Stunden in und quer zur Walzrichtung mindestens 175 HV5 aufweisen. Aus diesen Messungen ist also eindeutig zu schließen, daß die erfindungsgemäße Aluminiumlegierung die
- 5 vorteilhafte Eigenschaft der Verfestigung durch Umformen, insbesondere durch Walzen, besitzt und somit auch für den Einsatz in Hochleistungsmotoren geeignet ist. Letzteres ist auch damit zu begründen, daß Legierungen auf Aluminiumbasis die der Erfindung entsprechen einen ausreichend hohen Gehalt an Weichphasen aufweisen, sodaß insgesamt derartige Aluminiummatrixlegierungen tribologische Eigenschaften besit-
- 10 zen, die dem starken Wunsch nach immer längeren Wartungsintervallen Rechnung tragen. Der Gehalt an Weichphasen bewirkt dabei, daß Beschädigungen von Lager und Welle durch das infolge der langen Wartungsintervalle stark verschmutzte, mit Feststoffteilchen aus dem Abrieb beladene, Schmiermittel vermieden werden.
- 15 Eine vorteilhafte Eigenschaft der erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung bzw. der daraus gebildeten Lagerwerkstoffe ist aber auch deren Nachverfestigung z.B. in Motoren als Folge der Temperaturbelastung während des Betriebes, die bekanntlich durch das Schmiermittel nur beschränkt vermieden werden kann. Damit kann nachhaltig vermieden werden, daß sich durch mehrmaligen Temperaturwechsel die fein verteilten,
- 20 nicht gebundenen Zinnpartikel zu größeren Teilchen zusammenfließen - Zinn besitzt bekanntlich einen Schmelzpunkt von 232 ° C, eine Temperatur die durch laufende Wellen schnell erreicht wird - und ausgeschieden werden.

Fig 2. zeigt eine andere Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Gleitlagers 2 in vereinfachter, schematischer Darstellung als Halbschale. Der Verbundwerkstoff für

25 das Lagerelement 1 umfaßt dabei zusätzlich eine Zwischenschicht 10, welche zwischen der Laufschrift 3 und der Stützschrift 6 angeordnet ist. Die Schichten sind auch hier wiederum bewegungsfest durch die bereits genannten Methoden miteinander verbunden. In dieser Figur sind auch die bereits angesprochenen Hartteilchen 11 schematisch und überproportional angedeutet.

30

Auf die Aluminiumlegierung 4 für die Laufschrift 3 ist bereits voranstehend ausführlich eingegangen worden, sodaß in der Folge nur die Zwischenschicht 10 behandelt wird. Die Stützschrift 6 ist ebenfalls aus vorzugsweise Stahl gebildet, es können aber

35 auch andere metallische Werkstoffe zum Einsatz kommen. Die gesamten bisherigen Ausführungen sind selbstverständlich auch auf diese Ausführungsvariante zutreffend.

Die Zwischenschicht 10 kann ebenfalls aus einer Legierung auf Aluminiumbasis gebildet sein. Allerdings ist darauf zu achten, daß es bei einem derart aufgebauten, mehrschichtigen Verbundwerkstoff günstig ist, daß die Härte der einzelnen Schichten aufeinander abgestimmt sind. Im konkreten Fall bedeutet dies für den

5 erfindungsgemäßen Verbundwerkstoff, daß die Härte in der Reihenfolge Laufschrift 3, Zwischenschicht 10, Stützschrift 6 zunimmt, wodurch ein fester Zusammenhalt der Schichten gewährleistet werden und somit die Zwischenschicht 10 die Aufgabe einer Bindungsschrift übernehmen kann. Die Zunahme ist erforderlich, da die Laufschrift 3 aus jenem Werkstoff besteht, der die geringste Härte eines Gleitlagers aufweist.

10

Als Werkstoff für die Zwischenschicht 10 kann ebenfalls eine Legierung auf Aluminiumbasis verwendet werden, allerdings mit zur Laufschrift 3 unterschiedlicher Zusammensetzung, beispielsweise eine AlZn_{4,5}-Legierung. Denkbar sind natürlich auch andere Legierungen und metallische Werkstoffe wie z.B. Reinaluminium mit den üblichen Verunreinigungen. Durch eine derartige Abstimmung der Legierungen für die

15 Laufschrift 3 und die Zwischenschicht 10 aufeinander können die für das Lagerelement 1 angestrebten Eigenschaften maßgeblich beeinflusst werden. Vorzugsweise wird eine Aluminiumlegierung verwendet, die zumindest ein hartstoffbildendes Element aus der Gruppe Mangan, Eisen, Kobalt, Chrom, Zirkon, Kupfer, Nickel, Platin, Magnesium, Antimon, Wolfram, Niob, Vanadium, Molybdän, Lithium oder dgl. in einen

20 Mengenanteil zwischen 2 % und 90 % der maximalen Löslichkeit des jeweiligen Elementes in der Aluminiumlegierung enthält, Zink als Hauptlegierungselement aufweist und aushärtbar ist. Der Mengenanteil an Zink kann bis zur maximalen Löslichkeit in der gesamten Aluminiummenge betragen.

25

Wie bereits erwähnt, können Gleitlager 2 auch in geschlossener Ringform nach dem Stand der Technik entsprechenden Methoden hergestellt werden. Dazu werden diese entsprechend vorgegebener Rohmaße als Ring gegossen oder von einem Walzprofil oder Strangprofil zu entsprechenden Ringen umgeformt und an den Stirnenden zur Bildung eines ununterbrochenen Ringes verbunden, insbesondere verschweißt. Die vorgenannten Werkstoffe und Legierungen sind natürlich auch für derartige Gleitlager 2 verwendbar.

30

Von den ausgezeichneten Materialeigenschaften einer erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung zeugt auch die in Fig. 3 dargestellte Lastwechselstabilität. Dazu wurde ein Prüfling angefertigt, der in einer Prüfvorrichtung ständig gebogen wurde. Die Randspannungen am Stahl ursprünglich in der aufplattierten Legierung ergeben sich als

35

Funktion des Durchbiegemomentes und der Probensteifigkeit. Im Bereich einer kreisförmigen Einsparung am Prüfling wird die höchste Durchbiegung erreicht. Dementsprechend wird hier ein Riß nach einer bestimmten Anzahl von Lastwechseln entstehen, der wiederum durch fest mit der Oberfläche verklebte Rißerkennungsstreifen detektiert wird. Das Diagramm zeigt den Verlauf Lastwechsel in Abhängigkeit von der angelegten Spannung, wobei auf der Abszisse die Biegespannung in MPa und auf der Ordinate die Anzahl der Lastwechsel aufgetragen sind. Der Versuch wurde an einer Legierung nach der Erfindung der genannten Zusammensetzung durchgeführt, wobei ein Streifen der Legierung mit einem Träger bewegungsfest verbunden wurde. Wie aus dem Diagramm ersichtlich ist, können bei einer Wechselbiegespannung an der Randfaser des Leichtmetalls von mindestens von 95 MPa $2,0E+07$ Lastwechsel und bei einer Wechselbiegespannung von mindestens 110 MPa $1,7E+06$ Lastwechsel durchgeführt werden, ohne daß die Schicht aus der Aluminiumlegierung beschädigt wird. Im Vergleich dazu ergaben Messungen an dem üblichen Werkstoff 12 AlSn20Cu, daß bei Wechselbiegeuntersuchungen mit 95 MPa nie höhere Lastwechselzahlen als $1E+06$ zu erhalten sind. Damit ist eindeutig belegt, daß die Wechsellast- oder Ermüdungsfestigkeit der erfindungsgemäßen Legierung trotz des hohen volumetrischen Weichphasenanteils gegenüber entsprechenden, dem Stand der Technik entnehmbaren, Legierungen gesteigert werden konnte.

Zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Verbundwerkstoffes wird als erster Schritt die Aluminiumlegierung mit den erforderlichen Zusätzen an spezifizierten Elementen - mindestens 16 Gew.% Zinn und maximal in Summe 11 Gew.% an übrigen Elementen - im Stranggußverfahren erzeugt. Die Wärmeabfuhr beim Erkalten der Schmelze erfolgt zwecks Erreichung der gewünschten Gefügestruktur mit 3, 4 J/s bis 3, 7 J/s. Denkbar sind aber auch andere Abkühlungsgeschwindigkeiten. Mit einer daraus gefertigten ersten Schicht wird in der Folge zumindest eine weitere Schicht bewegungsfest verbunden, beispielsweise durch Aufplattieren durch Walzen. Anschließend erfolgt, um die entstandenen inneren Spannungen des Werkstoffes zu verringern, eine Temperaturbehandlung bei mindestens 250 ° C, vorzugsweise 300 ° C bis 550 ° C. Zur Aushärtung wird der Verbundwerkstoff einer Temperaturbehandlung von maximal 450 ° C, vorzugsweise 150 ° C bis 375 ° C, unterzogen.

Der Ordnung halber sei darauf hingewiesen, daß zum besseren Verständnis des Aufbaus eines Verbundwerkstoffes, insbesondere eines Gleitlagers, nach der Erfindung dieser bzw. dessen Bestandteile unmaßstäblich verzerrt und vergrößert dargestellt wurde bzw. wurden. Es können auch einzelne Merkmale der in den einzelnen Ausführungs-

varianten gezeigten Merkmalskombinationen jeweils für sich eigenständige, erfindungsgemäße Lösungen bilden.

5 Vor allem können die in den Fig. 1; 2; 3 gezeigten Ausführungen den Gegenstand von eigenständigen, erfindungsgemäßen Lösungen bilden. Die diesbezüglichen erfindungsgemäßen Aufgaben und Lösungen sind den Detailbeschreibungen dieser Figuren zu entnehmen.

10

15

20

25

30

35

Bezugszeichenaufstellung

5	1	Lagerelement
	2	Gleitlager
	3	Laufschicht
	4	Aluminiumlegierung
	5	Oberfläche
10	6	Stützschiicht
	7	Nut
	8	Stirnfläche
	9	Seitenwand
15	10	Zwischenschicht
	11	Hartteilchen
	12	Werkstoff
20		
25		
30		
35		
40		
45		
50		

Patentansprüche

1. Aluminiumlegierung für eine Schichte, insbesondere eines Gleitlagers, die bis
5 auf erschmelzungsbedingte Verunreinigungen siliciumfrei ist und die neben Zinn als Hauptlegierungselement wenigstens je ein Element einerseits aus einer Blei und Wismut enthaltenden Elementengruppe und andererseits aus einer Magnesium und Zink enthaltenden Elementengruppe aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Mindestanteil des Zinns von 16 Gew.% und einer Beschränkung aller übrigen
10 Legierungsbestandteile auf insgesamt höchstens 11 Gew.% der Anteil des jeweiligen Elementes aus der neben Blei und Wismut auch Antimon und Indium enthaltenden Elementengruppe zwischen 10 % und 75 % der maximalen Löslichkeit des jeweiligen Elementes in dem gesamten Zinngehalt beträgt.
- 15 2. Aluminiumlegierung für eine Schichte, insbesondere eines Gleitlagers aus zumindest einer Lauf- und einer Zwischenschicht, die als Legierungsbestandteile neben Aluminium, Zink und zumindest ein Element aus der Gruppe Magnesium, Eisen, Mangan, Chrom, Kobalt, Zirkon, Nickel, Kupfer, Platin, Antimon, Wolfram, Niob, Vanadium, Molybdän und Lithium oder dgl. enthält, insbesondere nach Anspruch 1,
20 dadurch gekennzeichnet, daß das Hauptlegierungselement Zink mit einem Mengenanteil bis zur maximalen Löslichkeit in der gesamten Aluminiummenge ist und daß der Mengenanteil der übrigen Elemente zwischen 10 % und 350 % der maximalen Löslichkeit des jeweiligen Elementes in der Aluminiumlegierung beträgt.
- 25 3. Aluminiumlegierung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß Hartteilchen (11), die z.B. durch Aluminidbildung aus den zugesetzten Elementen entstanden sind, annähernd kugel- bzw. würfelförmig sind.
4. Aluminiumlegierung für eine Schichte, insbesondere eines Gleitlagers, die bis
30 auf erschmelzungsbedingte Verunreinigungen siliciumfrei ist und die neben Zinn als Hauptlegierungselement wenigstens je ein Element einerseits aus einer Blei und Wismut enthaltenden Elementengruppe und andererseits aus einer Magnesium und Zink enthaltenden Elementengruppe aufweist, insbesondere nach Anspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Härte beim Walzen zunimmt.
- 35 5. Aluminiumlegierung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die gemäß DIN 50133 gemessene Härte der Aluminiumlegierung nach dem Aufplattieren auf

Stahl durch Walzen und einer Glühbehandlung bei 300 ° C bis 400 ° C für zwei bis fünf Stunden, vorzugsweise 350 ° C für drei Stunden, in und quer zur Walzrichtung mindestens 20 % höher ist als quer zur Gußrichtung im Gußzustand.

- 5 6. Aluminiumlegierung nach Anspruch 4 und/oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die gemäß DIN 50133 gemessene Härte der Aluminiumlegierung nach dem Aufplattieren auf Stahl durch Walzen und einer Glühbehandlung bei 300 ° C bis 400 ° C für zwei bis fünf Stunden, vorzugsweise 350 ° C für drei Stunden, in und quer zur Walzrichtung 48 HV2 bis 68 HV2, vorzugsweise 50 HV2 bis 54 HV2, beträgt.
- 10
7. Aluminiumlegierung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Gesamtanteil der neben Blei und Wismut auch Antimon und Indium enthaltenden Elementengruppe mindestens 50 % und höchstens 350 % der maximalen Löslichkeit des am wenigsten in Zinn löslichen Gruppenelementes beträgt.
- 15
8. Aluminiumlegierung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil des jeweiligen Elementes aus der neben Magnesium und Zink auch Lithium enthaltenden Elementengruppe zwischen 6 % und 50 % der maximalen Löslichkeit des jeweiligen Elementes im gesamten Aluminiumgehalt beträgt.
- 20
9. Aluminiumlegierung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Gesamtanteil der aus der neben Magnesium und Zink auch Lithium enthaltenden Elementengruppe mindestens 25 % und höchstens 150 % der maximalen Löslichkeit des am wenigsten im Aluminium löslichen Gruppenelementes beträgt.
- 25
10. Aluminiumlegierung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Aluminiumlegierung (4) zumindest ein weiteres Element aus der Gruppe Kupfer und Mangan enthalten ist.
- 30
11. Aluminiumlegierung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Mengenanteil von Kupfer zwischen 0, 65 Gew.% und 1, 80 Gew.%, vorzugsweise zwischen 1, 35 Gew.% und 1, 45 Gew.%, insbesondere bei 1, 44 Gew.% und der von Mangan zwischen 0, 25 Gew.% und 0, 75 Gew.%, vorzugsweise zwischen 0, 35 Gew.% und 0, 50 Gew.%, insbesondere 0, 47 Gew.%, liegt.
- 35

12. Aluminiumlegierung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Aluminiumlegierung (4) zumindest ein weiteres Element aus der Gruppe Eisen und Chrom enthalten ist.
- 5 13. Aluminiumlegierung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Mengenanteil von Eisen zwischen 0, 15 Gew.% und 0, 55 Gew.%, vorzugsweise zwischen 0, 18 Gew.% und 0, 28 Gew.%, insbesondere 0, 24 Gew.% und der von Chrom zwischen 0, 05 Gew.% und 0, 18 Gew.%,
10 vorzugsweise zwischen 0, 07 Gew.% und 0, 15 Gew.%, insbesondere 0, 08 Gew.%, liegt.
14. Aluminiumlegierung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Aluminiumlegierung (4) aushärtbar ist, insbesondere durch Temperaturbehandlung und/oder Walzen.
- 15 15. Aluminiumlegierung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmelze aus der Aluminiumlegierung (4) mit einer Wärmeabfuhr während des Erstarrungsvorganges von 3, 4 J/s bis 3, 7 J/s abgekühlt wurde.
- 20 16. Mehrschichtiger Verbundwerkstoff, insbesondere Gleitlager, bestehend aus zumindest einer Lauf- und einer Stützschrift sowie gegebenenfalls einer Zwischenschicht, dadurch gekennzeichnet, daß die Laufschrift (3) aus einer Aluminiumlegierung (4) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche gebildet ist.
- 25 17. Verbundwerkstoff nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (10) aus einer Aluminiumlegierung besteht, die Zink als Hauptlegierungselement enthält, mit einem Mengenanteil bis zur maximalen Löslichkeit des Zinks in der gesamten Aluminiummenge.
- 30 18. Verbundwerkstoff nach Anspruch 16 und/oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (10) zumindest ein Element aus der Gruppe Magnesium, Eisen, Mangan, Chrom, Kupfer, Kobalt, Zirkon, Nickel, Platin, Antimon, Wolfram, Niob, Vanadium, Molybdän und Lithium oder dgl. enthalten sind mit einem Mengenanteil zwischen 2 % und 90 % der maximalen Löslichkeit des jeweiligen Elements in der Aluminiumlegierung.
- 35

19. Verbundwerkstoff nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (10) aus Reinaluminium mit den üblichen Verunreinigungen besteht.
- 5 20. Verbundwerkstoff nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (10) als AlZn_{4,5}-Legierung ausgebildet ist.
- 10 21. Verbundwerkstoff nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützschiicht (6) aus Stahl besteht.
- 15 22. Verbundwerkstoff nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Stahl nach dem Aufplattieren der Laufschiicht (3) durch Walzen mit mindestens 40 % Stich in höchstens zwei Stichen oder mit mindestens 25 % Stich und anschließender Glühbehandlung bei 300° C bis 400 ° C für zwei bis fünf Stunden, vorzugsweise 350 ° C für drei Stunden, in und quer zur Walzrichtung mindestens 175 HV5 gemäß DIN 50133 aufweist.
- 20 23. Verbundwerkstoff nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Härte der Schichten des Verbundwerkstoffes in der Reihenfolge Stützschiicht (6), Zwischenschicht (10), Laufschiicht (3) abnimmt.
- 25 24. Verbundwerkstoff nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest zwei Schichten durch z.B. Kleben, Umformen, Anformen wie beispielsweise Plattieren, Klemmen oder dgl. miteinander verbunden sind.
- 30 25. Verbundwerkstoff nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß in zumindest einer Schicht, insbesondere der Laufschiicht (3), eine Aussparung, insbesondere eine Nut (7), eine Bohrung oder dgl. zur Aufnahme eines Schmiermittels vorhanden ist.
- 35 26. Verbundwerkstoff nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine der der Oberfläche (5) gegenüberliegenden Kanten der Laufschiicht (3) gebrochen ist.
27. Verbundwerkstoff nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Schichtverbund oder Teile des Schichtverbundes eine

derartige Biegewechselastfestigkeit haben, daß sie bei einer Wechselbiegespannung an der Randfaser des Leichtmetalls von mindestens 95 MPa ohne Beschädigung $2,0E+07$ und bei einer Wechselbiegespannung an der Randfaser des Leichtmetalls von mindestens 110 MPa ohne Beschädigung $1,70+06$ Lastwechsel überstehen.

5

28. Verfahren zur Herstellung von Verbundwerkstoffen aus Aluminiumlegierungen, insbesondere Gleitlager, bei denen weiche Phasen wie Zinn enthaltende aushärtbare Aluminiumlegierungen mit durch Hartstoff bildende Elemente wie Mangan, Eisen Chrom legiert sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Legierung mindestens 16 Gew.% Zinn und maximal 11 Gew.% andere Elemente wie Zink, Magnesium oder dgl. zugesetzt werden, sodaß eine Zinnausscheidung aus der Legierung infolge mehrmaligen Temperaturwechsels nur in geringem Maße möglich ist.

10

29. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß auf die erste Schicht des Verbundwerkstoffes eine weitere Schicht aufgebracht wird, insbesondere durch Plattieren durch Walzen, und daß anschließend ein Tempern bei mindestens 250°C , vorzugsweise 300°C bis 550°C , stattfindet.

15

30. Verfahren nach Anspruch 28 und/oder 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Abkühlung der Schmelze aus der Aluminiumlegierung während des Erstarrungsvorganges mit einer Wärmeabfuhr von 3, 4 J/s bis 3, 7 J/s erfolgt.

20

31. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 28 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß der aus Lauf- und/oder Zwischen- und/oder Stüttschicht (3, 10, 6) gebildete Werkstoff einer Aushärtung bei maximal 450°C , vorzugsweise 150°C bis 375°C , unterzogen wird.

25

30

35

1/2

Fig.1

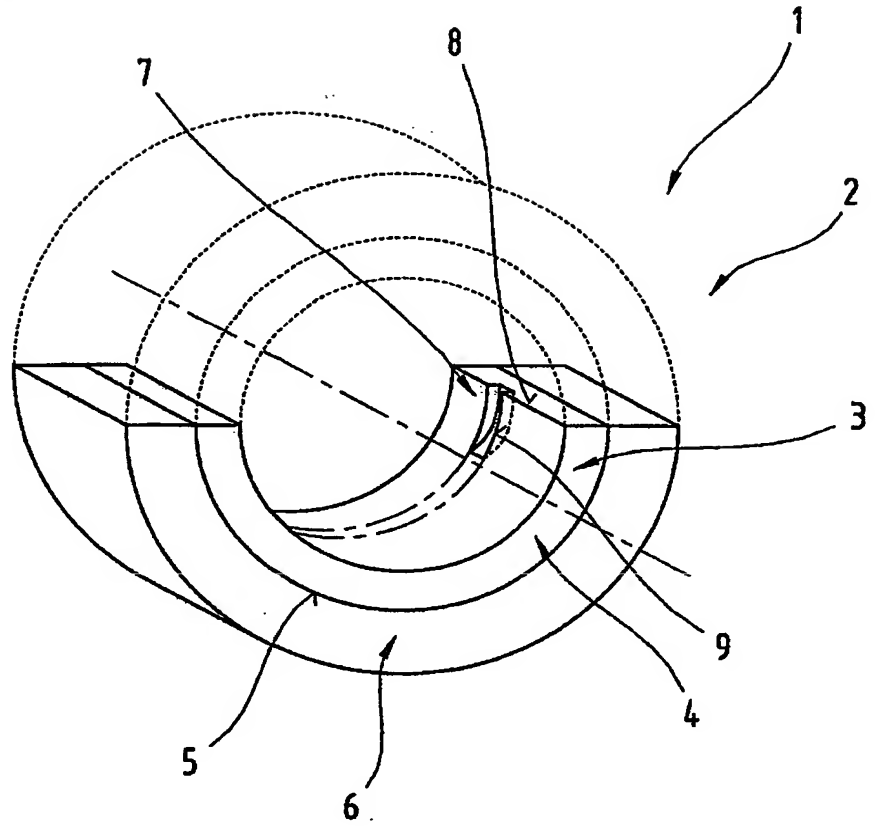


Fig.2

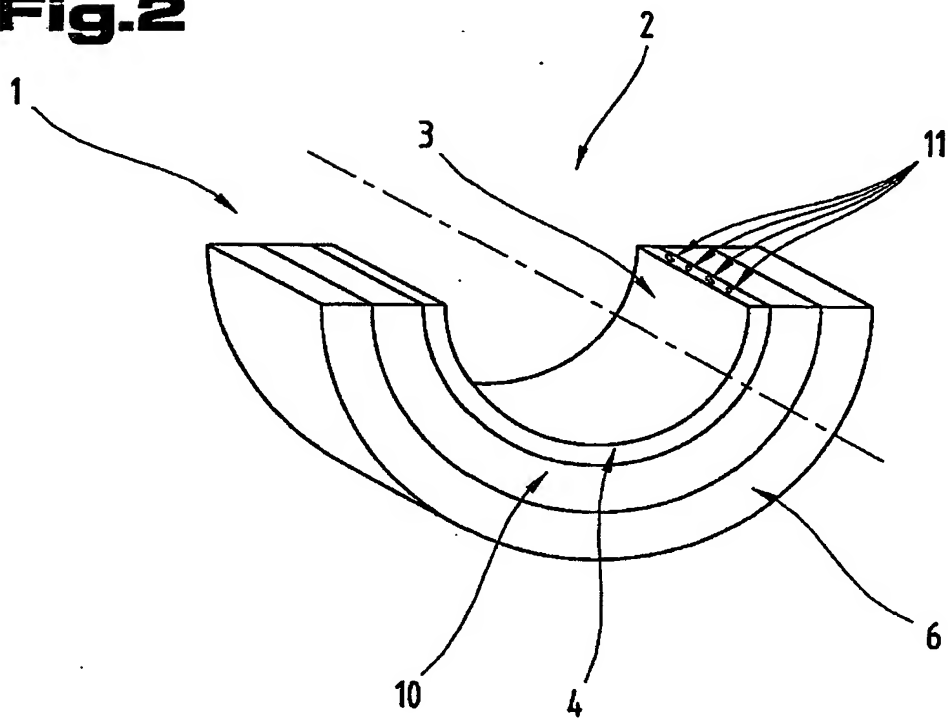
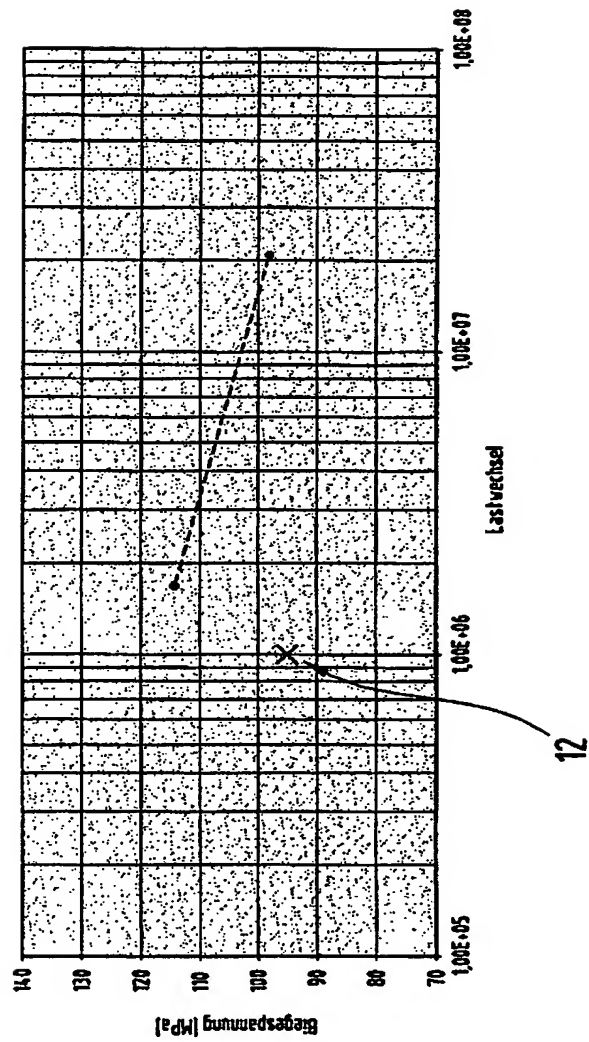


Fig. 3



~~THIS PAGE BLANK (USPTO)~~
~~THIS PAGE BLANK (USPTO)~~

THIS PAGE BLANK (USPTO)